

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO BERNARDO DO CAMPO
“ADIB MOISÉS DIB”**

PEDRO CALEFO RICHENA
RAPHAEL DE ALMEIDA FRANÇA
RODRIGO DE ALMEIDA FRANÇA

ESTEIRA SELETORA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

São Bernardo do Campo - SP
Dezembro/2017

**PEDRO CALEFO RICHENA
RAPHAEL DE ALMEIDA FRANÇA
RODRIGO DE ALMEIDA FRANÇA**

ESTEIRA SELETORA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Tecnologia
de São Bernardo do Campo “Adib Moises
Dib” como requisito parcial para a
obtenção do título de Tecnólogo em
Automação Industrial.

Orientador: Prof. Esp. Gervásio das
Neves Salvador

Coorientador: Prof. Dr. Delcínio Ricci

São Bernardo do Campo - SP
Dezembro/2017

**PEDRO CALEFO RICHENA
RAPHAEL DE ALMEIDA FRANÇA
RODRIGO DE ALMEIDA FRANÇA**

ESTEIRA SELETORA DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Tecnologia
de São Bernardo do Campo “Adib Moises
Dib” como requisito parcial para a
obtenção do título de Tecnólogo em
Automação Industrial.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado e aprovado em:
29/12/2017.

Banca Examinadora:

Prof. Esp. Gervásio das Neves Salvador, FATEC SBC - Orientador

Prof. Esp. Eraldo Garcia Junior, FATEC SBC - Avaliador

Prof. Me. Rômulo Oliveira Albuquerque, FATEC SBC - Avaliador

Dedicamos aos nossos familiares, professores e colegas que nos acompanharam durante a nossa trajetória e todos aqueles que nos ajudaram de certa forma a concluir este trabalho.

Agradecemos primeiramente a Deus pela guia e pela força e ao Prof. Esp. Gervásio e o Prof. Dr. Delcínio pela ajuda e por todo apoio recebido.

“O homem é o arquiteto do seu próprio destino”
FRANK MILLER

RESUMO

Este projeto tem por objetivo desenvolver uma esteira seletora de materiais automática capaz de fazer a separação dos resíduos recicláveis, propicia ao operador maior praticidade, diminui o esforço físico ao transportar o material, aumento da produtividade, evita movimentos repetitivos, automatiza o processo e auxilia no reaproveitamento dos resíduos recicláveis. Para a construção do projeto fez-se uso de sensores industriais, controlador lógico programável, motores elétricos de corrente alternada, componentes elétricos, madeira MDF e compensada. A programação do controlador lógico programável é realizada em linguagem Ladder, utilizando-se o software WinProLadder. O funcionamento do projeto inicia-se ao ligar a esteira através da botoeira, colocando sobre a mesma os resíduos a serem separados e reciclados. Os sensores são fixados nas laterais da estrutura da esteira onde os ópticos identificam o tamanho do material, podendo ser do tamanho grande ou pequeno, o sensor indutivo seleciona o metal, o capacitivo o plástico e o fotoelétrico o vidro, estes enviam sinais ao CLP que acionam os motores das pás e direciona o material para a rampa de seleção, depositando-o em seu respectivo recipiente.

Palavras-chave: Esteira. Seletora. Reciclagem. Separação. Resíduos.

ABSTRACT

This project aims to develop an automatic material selection conveyor belt capable of separating recyclable waste, giving the operator greater practicality, reducing physical effort when transporting material, increasing productivity, avoiding repetitive movements, automates the process and assists in the reuse of recyclable residue. For the construction of the project was made use of industrial sensors, programmable logic controller, electric motors of alternating current, electrical components, MDF and compensated wood. The program of programmable logic controller was made in Ladder language using the WinProLadder software. The operation of the project starts when turn on the conveyor belt through the button, placing the residue to be separated and recycled. The sensors are fixed on the side of conveyor belt where the optics sensors identify the size of material, do not matter if large or small, inductive sensors selects metal, capacitive plastic, and photoelectric glass, they send signals to the PLC to turn on the motors of the blades and direct the material to the selection ramp, putting in respective container.

Word-key: Conveyor. Selection. Recycle. Separation. Residue

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Ecoponto de materiais recicláveis.....	14
Figura 1.2 – Resíduo domiciliar e comercial.....	14
Figura 1.3 – Resíduo industrial.....	15
Figura 1.4 – Usina de compostagem.....	16
Figura 1.5 – Processo de incineração.....	17
Figura 1.6 – Sensor de reflexão difusa.....	20
Figura 1.7 – Sensor de proximidade indutivo.....	21
Figura 1.8 – Sensor de proximidade capacitivo.....	22
Figura 1.9 – Sensor de nível ultrassônico.....	22
Figura 1.10 – Strain-gage.....	23
Figura 1.11 – Controlador lógico programável.....	24
Figura 1.12 – Funcionamento do CLP.....	25
Figura 1.13 – Partes de um motor de corrente contínua.....	27
Figura 1.14 – Sentido de rotação do motor CC.....	27
Figura 1.15 – Bobina com pouca reação ao campo magnético.....	28
Figura 1.16 – Tipos de motores de corrente alternada.....	29
Figura 1.17 – Motor assíncrono trifásico.....	29
Figura 1.18 – Motor monofásico.....	30
Figura 1.19 – Motor universal.....	31
Figura 2.1 – Fluxograma do projeto.....	33
Figura 3.1 – Projeto finalizado.....	36
Figura 3.2 – Roletes de alumínio.....	37
Figura 3.3 – Motor CC fixo ao rolete.....	38
Figura 3.4 – Estrutura da esteira sem as pás.....	39
Figura 3.5 – Sensores de seleção.....	40
Figura 3.6 – CLP Altus.....	40
Figura 3.7 – Motor de movimentação da pá.....	41
Figura 3.8 – Motor de movimentação.....	41
Figura 3.9 – Selecionando o modelo do CLP.....	42
Figura 3.10 – Momento de simulação do projeto.....	43

Figura 3.11 – Momento de executar o programa na memória do CLP.....	43
Figura 3.12 – Sensores fixos na estrutura da esteira.....	45
Figura 3.13 – Teste dos sensores.....	46
Figura 3.14 – Marcação no vidro.....	47
Figura 3.15 – Pás acionadas simultaneamente.....	48
Figura 3.16 – Reforços de madeira.....	48

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	13
1.1 Breve histórico sobre reciclagem.....	13
1.2 Tipos de resíduos recicláveis.....	14
1.3 Tipos de processo de reciclagem.....	15
1.4 Sensores industriais e seus tipos.....	19
1.5 Controlador lógico programável.....	23
1.6 Motor elétrico de corrente contínua e alternada.....	25
2 METODOLOGIA.....	32
2.1 Tema-problema e justificativa com descrição do projeto.....	32
2.2 Etapas teóricas e práticas do desenvolvimento do projeto.....	34
3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	36
3.1 Montagem da estrutura mecânica.....	37
3.2 Instalação dos componentes elétricos.....	39
3.3 Programação do CLP em linguagem Ladder.....	42
3.4 Integração das partes, testes e funcionamento do projeto.....	44
3.5 Obstáculos e soluções.....	47
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49
REFERÊNCIAS.....	51
APÊNDICE.....	52

INTRODUÇÃO

Com o crescimento da população mundial, cresce junto a ela a quantidade de lixo produzido, sendo necessário o tratamento do mesmo através da reciclagem. A reciclagem é um reaproveitamento de certo tipo de material que é descartado, entre eles vidro, papel, plástico e metal. Os benefícios que ela proporciona são: reduzir impactos ambientais, preservar recursos naturais, economizar energia e custos de matérias-primas industriais.

Um dos equipamentos mais utilizados para transporte de material é a esteira, onde é aplicada nos três setores econômicos, na agricultura ela transporta grãos, frutas e verduras que são retirados do campo e vão para uma seleção visual a fim de encontrar alguma irregularidade no produto.

Na indústria é aplicada em todos os estágios do produto, no recebimento e deslocamento da matéria-prima para as linhas de produção, quando se faz necessário o transporte para um setor a outro e quando o produto é enviado para os consumidores finais. Ela proporciona grande economia de tempo, diminuição de acidentes de trabalho, de mão-de-obra e esforço físico que é necessário para carregar materiais de um local a outro.

No setor de serviços ela está presente em aeroportos, comércios e transportadoras, para facilitar a identificação, separação e movimentação dos produtos.

Dos esclarecimentos dados, o objetivo do trabalho que se intitula Esteira Seletora de Materiais Recicláveis é desenvolver uma esteira que seja capaz de selecionar automaticamente o lixo que é reciclado nos centros de reciclagem. Justifica-se por proporcionar ao operador maior praticidade, diminuir o esforço físico ao transportar o material, aumento da produtividade, evita movimentos repetitivos, automatiza o processo e auxilia no reaproveitamento dos resíduos recicláveis.

A ideia do projeto não é somente criar um equipamento que visa o lucro e a produtividade, mas também que seja aplicado a uma atividade sustentável, que respeita e beneficia o meio ambiente, e utilizar os conhecimentos adquiridos.

Para a construção do projeto utilizam-se sensores, polias, correia de borracha e componentes elétricos. O controle se realiza por meio de CLP e o movimento da esteira e das pás seletoras por motores CC.

O trabalho é dividido em três capítulos:

Capítulo 1 – Fundamentação teórica: encontram-se as teorias que dão sustentação ao desenvolvimento do projeto.

Capítulo 2 – Metodologia: são descritos métodos, técnicas e procedimentos para percorrer o caminho da pesquisa na construção lógica do projeto.

Capítulo 3 – Desenvolvimento do projeto: encontram-se passo a passo a construção e desenvolvimento do projeto, relacionando as teorias e metodologia.

E finalmente, as Considerações finais: são explicitados os objetivos propostos e as justificativas, apontamento das relações existentes entre teorias e os fatos verificados, conquistas alcançadas, pontos fortes e fracos e sugestões para futuros trabalhos.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo encontram-se as teorias que dão sustentação ao desenvolvimento do projeto intitulado Esteira Seletora de Materiais Recicláveis.

1.2 Breve histórico da reciclagem

Nani (2007) destaca que a reciclagem é um processo industrial que transforma um material descartado, sucata ou resíduos, em um produto similar ao inicial, economizando energia e preservando os recursos naturais. O termo reciclagem surgiu no final da década de 80 e vem do inglês *recycle*, re = repetir, cycle = ciclo.

O ser humano produz, em média, em torno de um quilo de resíduos por dia, resultando anualmente em 400 milhões de toneladas de lixo em todo mundo, causando diversos problemas ao meio ambiente, como falta de espaço para o lixo, deterioração dos recursos naturais e alto custo para o tratamento e coleta.

Para ajudar a diminuir essa quantidade, são adotadas três práticas conhecidas como três R's, são eles: reduzir o desperdício, reutilizar sempre que possível e reciclar, separar para a reciclagem.

O maior benefício da reciclagem é em relação ao meio ambiente, reduzindo impactos ambientais e preservando recursos naturais, bem como a economia de energia. Se o Brasil reciclar todas as latinhas de embalagem utilizadas, economiza energia equivalente ao consumo de quatro bilhões de lâmpadas de 60 W.

A reciclagem se inicia em casa, com a separação das embalagens por tipo de material sendo eles, vidro, papel, plástico e metal, e depositados em ecopontos, como são conhecidos os recipientes onde devem ser depositados os materiais recicláveis. É estabelecido que a cor azul é destinada ao papel, o verde para vidro e amarelo para o plástico e metal e seguindo assim para as usinas de reciclagem. A Figura 1.1 ilustra um ecoponto:

Figura 1.1 – Ecoponto de materiais recicláveis



Fonte: www.noctulachannel.com, 2017

1.2 Tipos de resíduos recicláveis

Lopes (2007) ressalta que o lixo pode ser orgânico ou inorgânico conforme sua composição e origem e se classifica em:

- resíduo domiciliar: é o resíduo proveniente das residências, tanto urbanas como rurais, das feiras e mercados, onde a maior parte é orgânica e também sendo encontrado outros materiais sintéticos como latas e embalagens.
- resíduo comercial: é o resíduo resultante de lojas, bancos e supermercados, e por possuir componentes semelhantes ao lixo domiciliar, são tratados igualmente. A Figura 1.2 ilustra o resíduo domiciliar e comercial.

Figura 1.2 – Resíduo domiciliar e comercial



Fonte: www.brasilecola.uol.com.br, 2017

- resíduo industrial: originário das indústrias, através de refugos ou chaminés, pode se apresentar em formas de cinzas, lodos, fumaça, óleos e resíduos sólidos, como madeira, vidro, plástico e metais em grandes quantidades. A maioria do lixo proveniente das indústrias são considerados tóxicos, ou seja, causam graves danos ao meio ambiente e a saúde pública. Assim as empresas são responsáveis por seu manuseio e transporte para aterros sanitários e industriais. A Figura 1.3 exemplifica o resíduo industrial.

Figura 1.3 – Resíduo industrial



Fonte: www.pt.dreamstime.com, 2017

- resíduo agrícola: é o resíduo resultante da agricultura em geral, adubos e suas embalagens, produtos químicos e sobras das colheitas. Por serem também na sua maior parte tóxicos ou prejudiciais ao meio ambiente, eles são de responsabilidades dos fabricantes e dos agricultores.

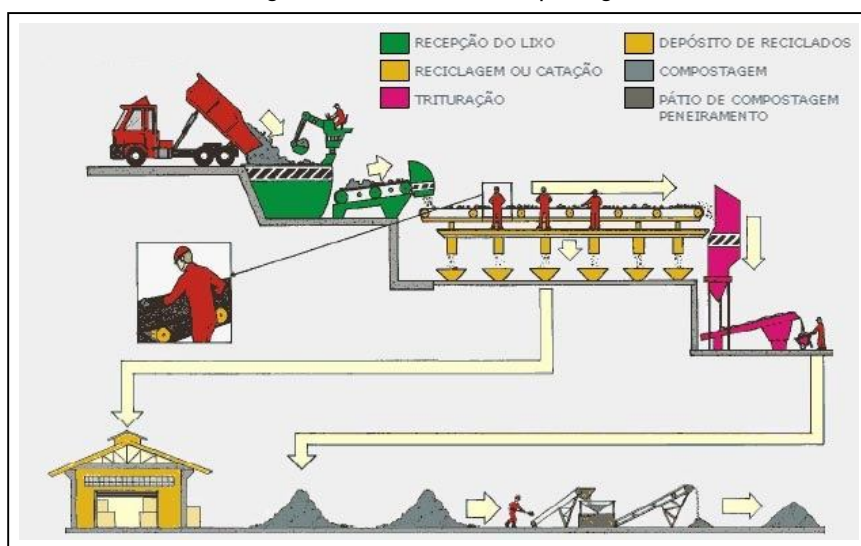
1.3 Tipos de processo de reciclagem

Grippi (2001) cita que existem três tipos de reciclagem, cujo objetivo é enviar o mínimo de materiais para os aterros sanitários. São eles a compostagem (reciclagem de materiais orgânicos), incineração e a reciclagem dos materiais recicláveis (papel, plástico, vidro e metal). A separação dos matérias recicláveis é realizada manualmente.

- compostagem: é um processo biológico de decomposição de matéria orgânica, providas de restos animais ou vegetais. É mais praticada no meio rural, porém, também utiliza o resíduo doméstico por ter grande quantidade de material orgânico descartado.

Os produtos finais da reciclagem são aplicados ao solo para melhorar a produtividade agrícola sem agredir o meio ambiente (adubos). São os benefícios da compostagem, menor número de aterros, aproveitamento do material orgânico para fins agrícolas, reciclagem de nutrientes para o solo e é um processo totalmente seguro ao meio ambiente. A Figura 1.4 ilustra o funcionamento de uma usina de compostagem.

Figura 1.4 – Usina de compostagem



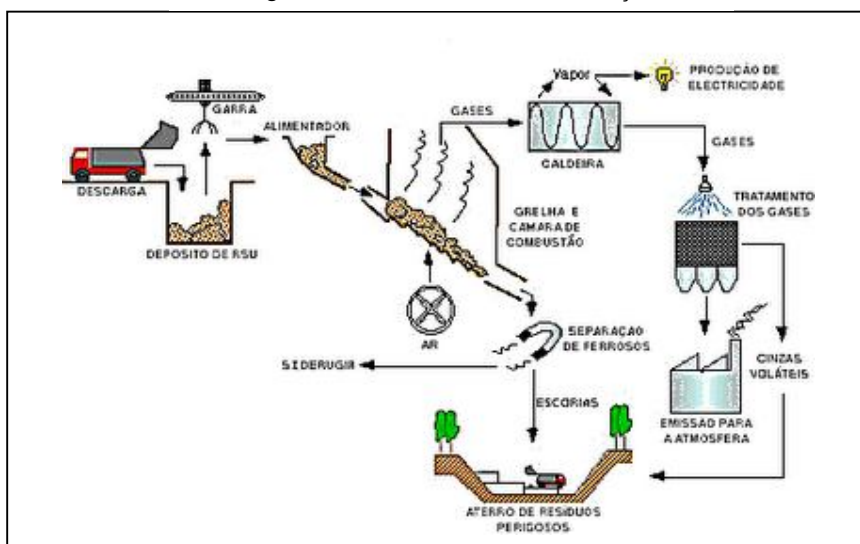
Fonte: www.saojosedavarginha.mg.gov.br, 2017

- incineração: é um tratamento de resíduos através da queima de materiais em altas temperaturas, geralmente acima dos 900° C. Neste processo os resíduos orgânicos são reduzidos a dióxido de carbono gasoso, vapor de água e cinzas (sólidos inorgânicos).

A maior desvantagem desse processo é o custo elevado tanto da implementação de uma usina de incineração, quanto o de operação. Porém a incineração reduz drasticamente o volume a ser descartado, reduz o impacto

ambiental, destrói bactérias, vírus, patogênicos e poluentes do meio ambiente e grande recuperação de energia gasta nesse processo (transformação para energia elétrica). A Figura 1.5 ilustra as etapas do processo de incineração.

Figura 1.5 – Processo de incineração



Fonte: www.poluicaoresiduos.blogspot.com.br, 2017

- reciclagem de materiais – papel: é formado por fibras de celulose, onde 80% dessa pasta celulósica é provida da madeira e os outros 20% vem de outras matérias-primas fibrosas, como as aparas.

A apara reciclada é processada conforme seu tipo e a aplicação do produto final. As etapas do processo de reciclagem do papel são: desagregação, limpeza, destintamento, refinação, adição de fibras e de produtos químicos. Os benefícios da reciclagem do papel são economia de matéria-prima, energia, água e quantidade de resíduos enviados para os aterros.

- reciclagem de materiais – plástico: é um material fabricado a partir de polímeros, resinas sintéticas derivadas do petróleo. Devido sua resistência a biodegradação, que é a decomposição através de seres vivos, e quando queimado pode trazer sérios prejuízos aos seres vivos e ao meio ambiente. É o material que há maior preocupação quanto a seu descarte.

Ainda, Grippi (2001) destaca que a classificação da reciclagem do plástico é dividida em primária ou pré-consumo, secundária ou pós-consumo e terciária. A primária ou pré-consumo é a recuperação deste resíduo por processamentos convencionais, onde o produto inicial é bem próximo do final ou é transformado em grânulos para um novo tipo de produto.

O secundário ou pós-consumo é a conversão dos lixos de lixões, usinas de compostagem, sistemas de coletas seletivas e sucatas em resíduos plásticos. A incineração é bem presente nessa classificação, pois são aproveitados os resultados físicos desta queima.

Na reciclagem terciária é basicamente a conversão dos resíduos em produtos químicos, biocombustíveis e resinas virgens.

- reciclagem de materiais – vidro: é o único material 100% reciclável, ou seja, para cada quilo de caco de vidro limpo, um quilo de vidro novo pode ser fabricado, economizando a areia, barrilha, calcário e o feldspato, matérias-primas que são necessárias para fabricar um novo material. Além de ser 100% reciclável, ele pode ser reaproveitado inúmeras vezes e sempre manter a qualidade do produto.
- reciclagem de materiais – metal: são divididos em dois grupos, os ferrosos como o ferro e aço, e o não-ferrosos como o chumbo, alumínio, cobre, níquel e zinco. A quantidade de metal recuperado através das sucatas, correspondem a 50% da fabricação do chumbo e 20% da fabricação do aço.

A grande vantagem de reciclar esse tipo de material é diminuir a quantidade de matéria-prima retirada do meio ambiente e do alto custo de transformar o minério ao metal em si. Essa fase exige grande consumo de energia, transporte em grandes quantidades de minérios e instalações dispendiosas para produção em grandes escalas.

Apesar da reciclagem dos materiais não-ferrosos ser a mais realizada, devido ao custo da sucata, a procura por aço e ferro não ficam para trás, pelos grandes números de indústrias siderúrgicas e fundições.

1.4 Sensores industriais e seus tipos

Thomazini e Albuquerque (2010) enfatizam que o sensor é um dispositivo elétrico que relaciona informações do ambiente a uma grandeza a ser medida, como pressão, temperatura, velocidade, nível, posição e corrente, sendo sensível a energias do ambiente, tais como cinéticas, luminosa ou térmica. Em casos específicos é necessária a manipulação do sinal de saída para que possa ser lido corretamente pelo sinal de controle. Em geral, há dois tipos de sensores:

- sensor analógico: são mais precisos, podem atingir qualquer valor em seu sinal de saída, contanto que esteja em sua faixa de operação, desse modo são mais utilizados para medir velocidade, temperatura, pressão, nível e vazão.
- sensor digital: possui apenas dois valores em seu sinal de saída, normalmente assumidos como 0 e 1, e aplica-se em sensores de identificação ou passagem de objetos. Um sinal é enviado ao sistema de controle quando já convertido pelo circuito eletrônico do transdutor.

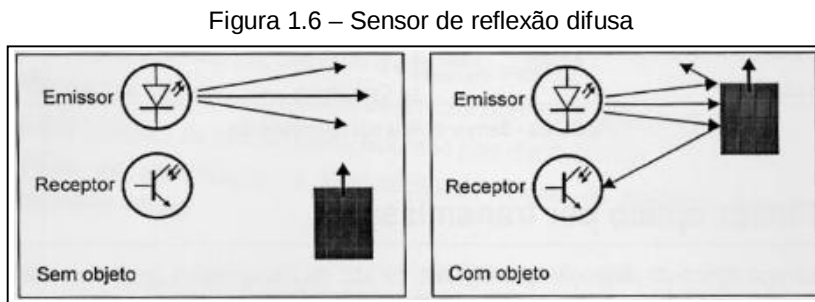
O transdutor é o nome dado ao dispositivo completo, que contém o sensor, que transforma uma grandeza física, em um sinal que pode ser interpretado pelo sistema de controle, seja ele corrente ou tensão.

As características dos sensores são classificadas em: tipo de saída digital ou analógica, sensibilidade, exatidão, precisão, linearidade, alcance, estabilidade e velocidade de resposta.

Segundo Thomazini e Albuquerque (2010) destaca que há vários tipos de sensores, dentre eles destaca-se: óptico de detecção por reflexão difusa, de proximidade indutivo, de proximidade capacitivo, strain-gage e ultrassônico.

- sensor óptico de detecção por reflexão difusa: é um sensor digital que possui um emissor e um receptor montados em um mesmo dispositivo. O acionamento do sensor ocorre quando o emissor transmite um feixe de luz que é refletida de volta ao

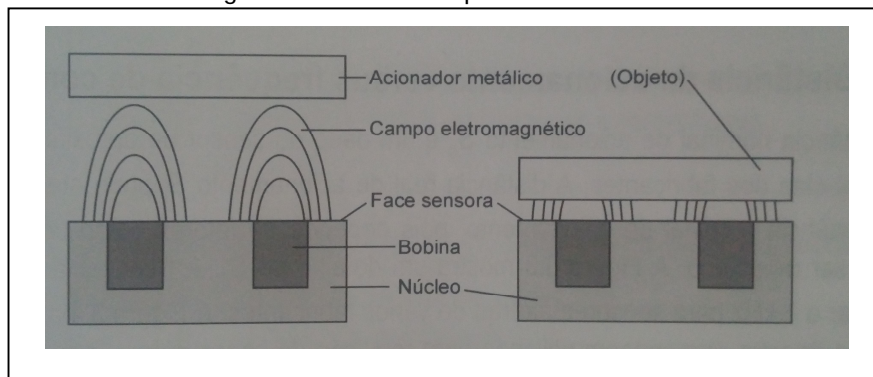
receptor quando há a passagem de um objeto. A Figura 1.6 mostra o sensor de reflexão difusa.



Fonte: THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2010, p.33

- sensor óptico por retrorreflexão: nesse dispositivo o emissor e o receptor também estão montados em um mesmo dispositivo, porém o feixe de luz entre o emissor e o receptor é dado através de um refletor. Ao passar o objeto entre o emissor e o refletor, o feixe de luz é interrompido e aciona-se o sensor, ou seja, não haverá acionamento do sensor caso o material seja transparente, e se houver falha no emissor, o sensor indicará a presença de um objeto.
- sensor óptico por transmissão: o emissor e o receptor do feixe de luz estão montados em dispositivos diferentes. São montados alinhados criando uma barreira de luz, e o acionamento se dá através da passagem do objeto que interrompe essa barreira.
- sensor de proximidade indutivo: é um dispositivo que possui uma bobina, um oscilador e um comparador de sinal. A bobina gera e emite um campo eletromagnético à face do sensor, quando há aproximação de um objeto metálico, são geradas correntes de remoinho que reduz a oscilação e é enviado ao comparador de sinal, o mesmo transforma essa informação em um sinal claro. Por serem totalmente vedados e terem grande repetibilidade eles são mais aplicados em controle de presença, fim de curso e detecção de passagem e posicionamento. A Figura 1.7 mostra como funciona o campo com a aproximação do objeto.

Figura 1.7 – Sensor de proximidade indutivo



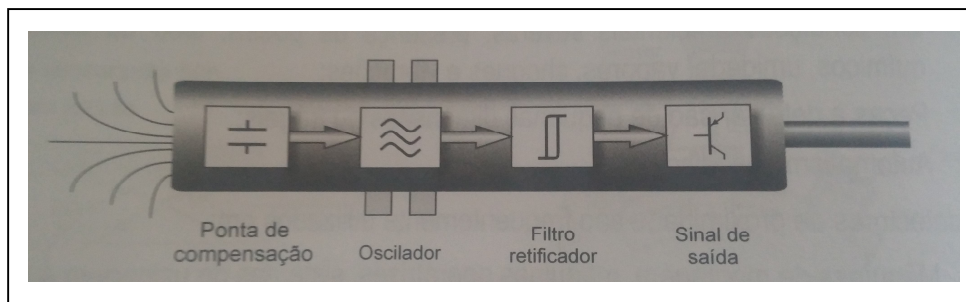
Fonte: THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2010, p.41

- sensor de proximidade capacitivo: gera um campo eletrostático e trabalha conforme a mudança desse campo, que ocorre quando há a aproximação do objeto, aumentando a capacitância do circuito, ativa o oscilador e faz com que o sensor acione. Ele possui uma ponta capacitiva, um oscilador, um retificador de sinal, um circuito de filtragem e um de saída.

Quanto mais próximo da ponta de compensação capacitiva o objeto estiver, maior será a capacitância, porém a constante dielétrica do material também deve ser levada em conta. Para materiais que possui a constante dielétrica baixa, ou seja, são mais difíceis de detectar, é mais recomendado usar um sensor capacitivo blindado, devido ao seu campo eletrostático altamente concentrado, porém por outro lado eles podem ser ter falso acionamento, com um simples acúmulo de sujeira ou umidade.

A aplicação do sensor de proximidade capacitivo é mais utilizado em materiais como papelão, madeira, cerâmica, água e óleos. Assim ele é perfeito para detecção de líquidos em compartimentos e controle de níveis. A Figura 1.8 ilustra um sensor de proximidade capacitivo.

Figura 1.8 – Sensor de proximidade capacitivo



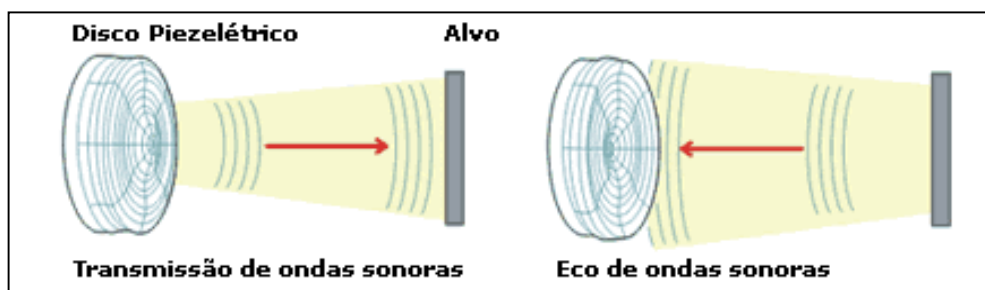
Fonte: THOMAZINI e ALBUQUERQUE, 2010, p.44

- sensor de nível ultrassônico: funciona através do tempo em que é emitida, e refletida, uma onda sonora. Uma superfície que reflete é conhecida como “meio vivo” e uma superfície que não pode refletir a onda é chamada de “meio morto” e a reflexão das ondas sonoras entre o emissor e a superfície é denominada “eco”.

O sinal sonoro é enviado ao meio, com uma frequência entre 1 a 20 KHz, em uma distância de alguns centímetros até 30 metros. As ondas sonoras retornam ao transmissor em forma de “eco”. O tempo decorrido entre a transmissão e o retorno dessas ondas se dá a referência para a posição do nível do material.

Sua aplicação é quando se faz necessário a medição de níveis sem que haja contato do sensor com o material a ser medido. Normalmente empregado em tanques e reservatórios de líquidos. Entre suas vantagens estão, fácil instalação em qualquer posição, não requer manutenção e não sofre interferências sejam elas de turbulências, vibrações ou trepidações. A Figura 1.9 ilustra um sensor de nível ultrassônico.

Figura 1.9 – Sensor de nível ultrassônico

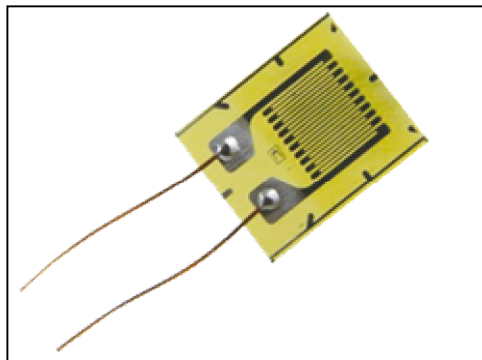


Fonte: www.automatizesensores.com.br, 2017

- strain-gage: transforma um sinal mecânico em um sinal elétrico. O sensor atua de acordo com uma força externa (peso do material) aplicada sobre sua superfície, o que causa sua deformação e varia sua resistência, em outras palavras, é um transdutor que utiliza essas variações resistivas dos resistores submetidos à carga. Esta força externa aplicada em sua coluna suporte sofre deformação, o que resulta na redução do seu comprimento e no aumento de sua secção transversal, o que diminui o valor da resistência.

Ele é formado por resistores, que são ligados de uma forma (ponte) que as variações de temperatura se tornam inexistentes. A saída do *strain-gage* é proporcional e linear à carga aplicada, variando de acordo com as cargas sobre a célula. A projeção dos componentes emite pequenos sinais de acordo com a carga. A Figura 1.10 exemplifica um strain-gage.

Figura 1.10 – Strain-gage



Fonte: www.kyowa-ei.com, 2017

1.5 Controlador lógico programável

Natale (2009) ressalta que o CLP (controlador lógico programável) é um computador usado em automatização de processos em geral, que apresenta as mesmas características de um computador convencional, com algumas distintas, como a manutenção, robustez e dimensão, dependendo do fabricante. Possui linguagem de programação adotada por 99% dos fabricantes, com padrão internacional chamado IEC 1131. A Figura 1.11 ilustra um CLP.

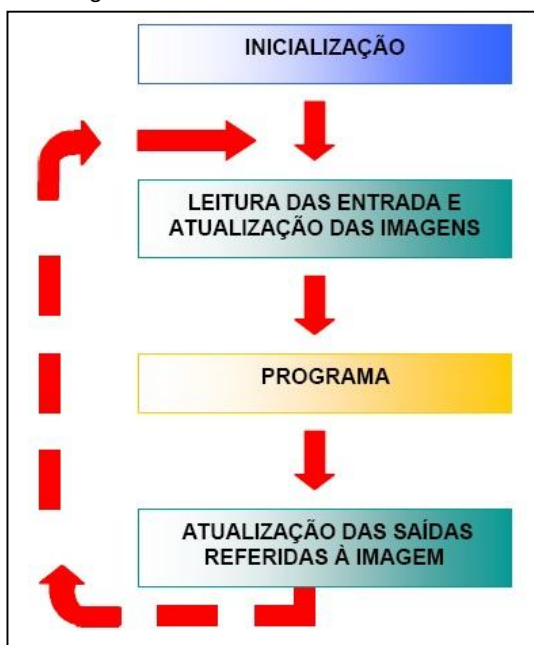
Figura 1.11 – Controlador lógico programável

Fonte: www.siemens.com, 2017

O funcionamento do CLP se dá através de entrada, controle e saída. As entradas são os sensores capacitivos, indutivos, mecânicos, fotoelétricos ou geradores que passam as informações do sistema para o processamento, que é o computador em si. Colocando em funcionamento o programa instalado em sua memória e atualizando as saídas que são atuadores, relés, contatores, válvulas ou lâmpadas. Há na entrada e na saída as suas tabelas imagens respectivas, onde na entrada armazena as informações coletadas dos sensores e botões, e na saída contém as informações que serão passadas para o barramento e acionando as saídas conforme o programa.

O *scan* realiza a leitura do programa ininterruptamente mesmo que não haja mudanças nas entradas e para que as saídas estejam sempre atualizadas. Esse processamento é feito em tempo real para que a operação seja a mais precisa e segura possível. A Figura 1.12 ilustra o funcionamento do CLP.

Figura 1.12 – Funcionamento do CLP



Fonte: www.ebah.com.br, 2017

O controlador lógico programável tem a grande parte da sua aplicação em controle de processos industriais, porém pode ser aplicado em qualquer processo que se deseja se tornar automatizado. Ele tornou a operação muito mais acessível e rápida, pois se houver alguma alteração no controle, é necessário apenas alterar o programa salvo em sua memória. Antes dessa tecnologia era necessário fazer mudanças na montagem dos componentes e circuitos. Automatizar um processo manual com a ajuda de um CLP aumenta sua precisão, confiabilidade, custo e rapidez.

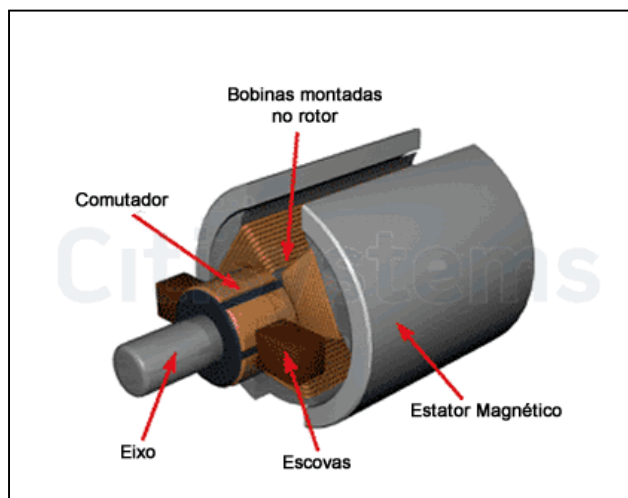
1.2 Motor elétrico de corrente contínua e alternada

Nascimento Junior (2013) ressalta que o motor elétrico de corrente contínua (CC), como o próprio nome diz, é alimentado por corrente contínua, tendo sua velocidade controlada apenas com a variação de tensão e tem como principal característica de aplicação a possibilidade de manter um torque mesmo variando a velocidade.

O motor CC tem grande complexidade em relação a sua manutenção e componentes, exigindo conhecimentos específicos para cada um deles. Sua composição se divide basicamente em:

- estator: parte fixa do motor onde contém um ou vários enrolamentos, como enrolamento de campo, que tem a finalidade de produzir um campo magnético fixo para interagir com o campo da armadura, enrolamentos de fixação compensam o efeito desmagnetizante da reação da armadura e os enrolamentos de comutação que diminui o faiscamento do anel comutador. Estes recebem corrente contínua e produzem o campo magnético fixo;
- armadura: O rotor contém um núcleo de ferro, que é magnetizado, quando há passagem de corrente pela bobina. O rotor girará desde que essa corrente inverta o sentido de percurso do mesmo, cada vez que seus pólos aproximam-se dos pólos opostos do estator;
- comutador: responsável por manter no mesmo sentido as correntes que circulam nas bobinas, assegurando a força magnética entre os campos do estator e rotor, o que mantém o motor girando;
- escovas: geralmente feitas de liga de carbono, elas mantêm contato com o comutador, sendo responsáveis por segurar o contato elétrico da parte fixa com a girante;
- interpolos e compensação: enrolamentos ligados em série com a armadura que são colocados no estator. Eles reduzem os efeitos de reação da armadura quando passa uma corrente elevada. A Figura 1.13 exemplifica as partes de um motor de corrente contínua.

Figura 1.13 – Partes de um motor de corrente contínua

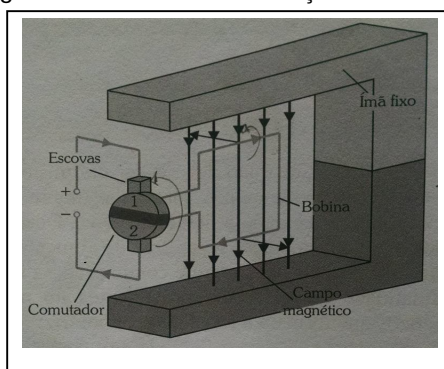


Fonte: www.citisystems.com.br, 2017

O princípio de funcionamento de um motor CC se baseia em três estágios:

No primeiro estágio a bobina de uma espira é posicionada de forma paralela em relação ao campo, onde a mesma é afetada pelo campo magnético do ímã fixo. A bobina quando alimentada, causa uma reação quando a corrente elétrica passa pelas espiras e determina o sentido de rotação do motor. A Figura 1.14 ilustra essa etapa.

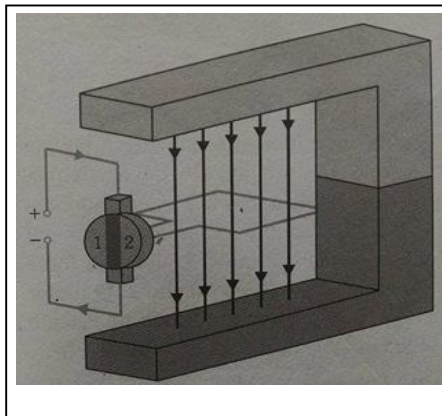
Figura 1.14 – Sentido de rotação do motor CC



Fonte: NASCIMENTO JUNIOR, 2013, p.86

Na segunda fase a bobina assume uma posição onde não há reação entre ela e o campo magnético fixo. A bobina está em uma posição que é pouco atingida pelo campo magnético e continua girando devido a reação da primeira fase, conforme ilustra a Figura 1.15.

Figura 1.15 – Bobina com pouca reação ao campo magnético



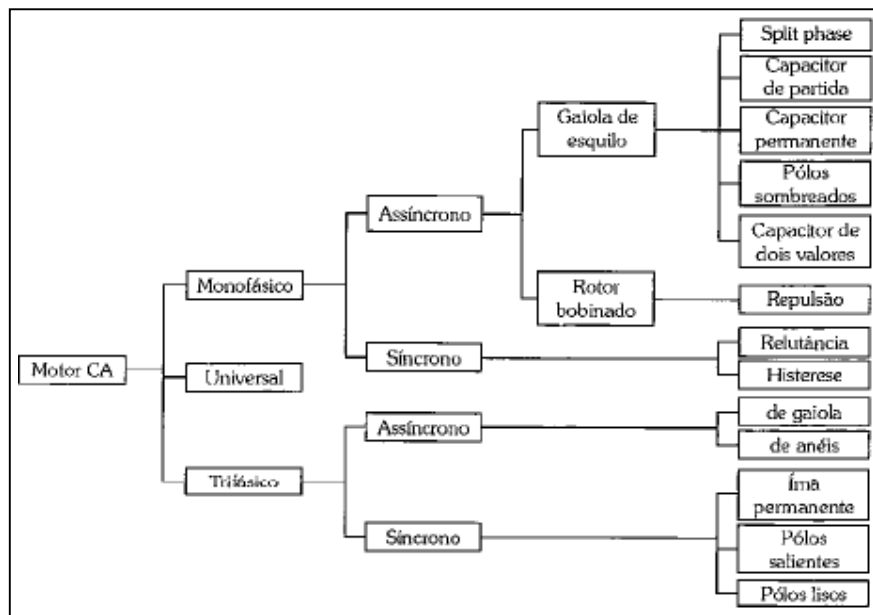
Fonte: NASCIMENTO JUNIOR, 2013, p.87

No terceiro estágio o comutador passa a realizar sua função de manter a corrente circulando em um mesmo sentido, o mesmo inverte a posição da bobina fazendo que ocorra novamente o primeiro estágio e reiniciando o ciclo.

Franchi (2008) destaca que o motor elétrico de corrente alternada (CA), tal como o motor CC, é um equipamento capaz de transformar energia elétrica em energia cinética para o seu eixo. Ele é o tipo de motor mais fabricado e utilizado pela indústria, pois a maioria dos sistemas de distribuição de energia elétrica é de corrente alternada.

O motor CA é amplamente utilizado onde não há a necessidade de controle ou ajuste fino de velocidade e a potência utilizada não seja maior que 500 CV. No geral existem três tipos de motores de corrente alternada, motor monofásico e trifásico, divididos em síncrono e assíncrono e o motor universal. A Figura 1.16 ilustra os tipos de motores de corrente alternada.

Figura 1.16 – Tipos de motores de corrente alternada



Fonte: FRANCHI, 2008, p.20

Dentre esses três tipos de motores, o mais utilizado é o motor assíncrono trifásico devido ao seu custo, robustez e facilidade de inversão de sentido. Esse motor possui dois tipos de rotor, o rotor gaiola de esquilo e o rotor bobinado. A Figura 1.17 ilustra um motor assíncrono trifásico.

Figura 1.17 – Motor assíncrono trifásico



Fonte: www.starteletromecanica.com.br, 2017

- rotor gaiola de esquilo: possui um grande pico de corrente na partida e um conjugado de partida relativamente fraco, porém, essas características podem ser levemente melhorados no momento da construção da gaiola do rotor, utilizando barras altas, barras de cunha ou barras duplas. Por não exigir comutadores, escovas

e ser mais robusto, ele tem poucos problemas com manutenção e desgaste. É o mais utilizado nas indústrias atualmente.

- rotor bobinado: tem um enrolamento composto por três bobinas ligadas em estrela, com três terminais livres ligados aos anéis no eixo do rotor. Esse tipo de motor é mais usado onde são necessárias diversas velocidades de regime para um mesmo motor.

Os motores monofásicos são alimentados por apenas uma fase, por isso são utilizados em locais que não possuem alimentação trifásica, como por exemplo, oficinas, residências, escritórios e acionamento de pequenas máquinas. Possuem algumas desvantagens em relação ao trifásico como o custo, desgaste mecânico do platinado, menor potência, rendimento e fator de potência alcançada. A Figura 1.18 exemplifica um motor monofásico.

Figura 1.18 – Motor monofásico



Fonte: www.old.weg.net, 2017

Segundo Franchi (2008), os motores monofásicos mais utilizados na prática são:

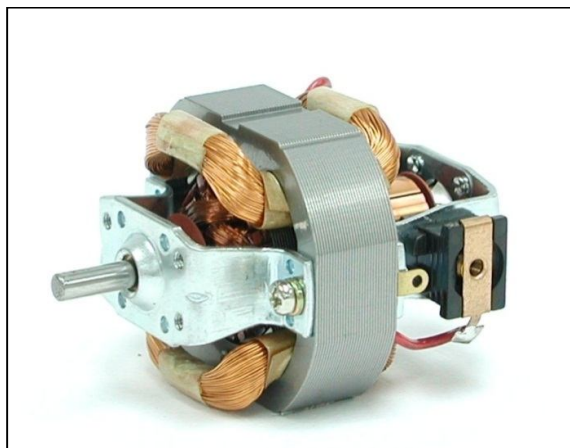
- motor monofásico com dois terminais: é o mais simples, destinado apenas para um valor de tensão, ou seja, a tensão da placa deve ser a mesma que a de alimentação. Não é possível inverter o sentido de rotação nesse tipo de motor.

- motor monofásico com quatro terminais: neste tipo de motor é possível a instalação a dois valores de tensão, normalmente a 220 V e 110 V. Não é possível inverter o sentido de rotação desse motor.
- motor monofásico com seis terminais: além de ser possível fazer a instalação com dois valores de tensão, também é possível inverter o sentido de rotação, porém a inversão deve ser feita com ele desligado.

O motor universal, tem essa denominação devido ao fato que ele pode ser utilizado tanto com alimentação de corrente contínua, quanto corrente alternada. Normalmente é empregado em correntes contínuas, mas para operar em correntes alternadas, o estator e o rotor do motor devem ser de chapas laminadas, evitando perdas por histerese e correntes parasitas.

Por ser um motor de velocidade variável e grandes velocidades quando utilizado para baixas cargas, ele é aplicado em eletrodomésticos e eletroportáteis, como liquidificadores, furadeiras, batedeiras e aspiradores de pó. A Figura 1.19 ilustra um motor universal.

Figura 1.19 – Motor universal



Fonte: www.directindustry.com, 2017

2 METODOLOGIA

Neste capítulo encontra-se a trajetória com alicerce em métodos, técnicas e procedimentos para concretizar a pesquisa intitulada Esteira Seletora de Materiais Recicláveis. Trata-se de uma pesquisa aplicada que é desenvolvida nas dependências da FATEC SBCampo e na residência dos integrantes do grupo.

Dentre os vários autores de metodologia científica, Severino (2013) aponta que a metodologia é a preparação metódica e planejada de um trabalho científico que se encontra inserida em uma sequência lógica de momentos ou etapas para sua construção, que compreende: o tema-problema e justificativa, levantamento bibliográfico, seleção da bibliografia, desenvolvimento e construção do projeto e redação do texto.

Severino (2013) destaca que os métodos são procedimentos amplos de raciocínio e as técnicas são procedimentos mais restritos que operacionalizam os métodos mediante emprego de instrumentos adequados.

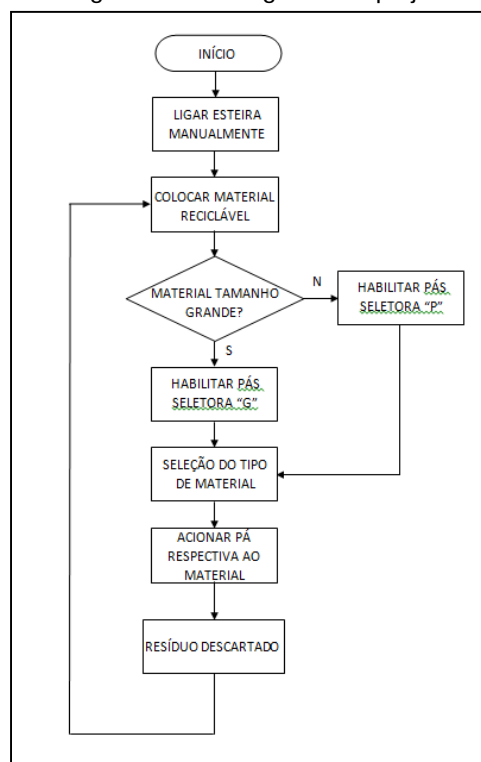
O trabalho é construído de acordo com o Manual de Normalização de Projeto de Trabalho de Graduação da Fatec SBCampo (2017) que se encontra ancorado nas normas da ABNT. Ele é escrito em uma linguagem simples com características próprias e específicas com terminologia adequada.

2.2 Tema-problema e justificativa com descrição do projeto.

O propósito do trabalho é desenvolver uma esteira automatizada capaz de selecionar o lixo que é reciclado nos centros de reciclagem que se intitula: Esteira seletora de materiais recicláveis. Justifica-se por proporcionar ao operador maior praticidade, diminuir o esforço físico ao transportar o material, aumentar a produtividade, evitar movimentos repetitivos, automatiza o processo e auxiliar no reaproveitamento dos resíduos recicláveis.

A esteira automatizada é composta por sensores, polias, correia de borracha e componentes elétricos. O controle se realiza por meio de CLP e o movimento da esteira e das pás por motores CC. A Figura 2.1 ilustra o fluxograma de forma sucinta de como funciona o projeto.

Figura 2.1– Fluxograma do projeto



Fonte: Autoria própria, 2017

A Figura 2.1 descreve o funcionamento básico do projeto. Ao ligar a esteira manualmente e aguardar todos sensores serem ligados, o operador coloca o material a ser selecionado pelos sensores, verifica o material e aciona as pás conforme o tamanho, após isso o sensor identifica o tipo de material e ele é direcionado ao seu respectivo recipiente.

É utilizado no protótipo motor CC, pela facilidade do controle de velocidade, porém a aplicação nos centros de reciclagem será com motor CA, por possuir maior robustez e a rede de distribuição de energia ser em corrente alternada.

2.2 Etapas teóricas e práticas do desenvolvimento do projeto

Após delimitar o tema-problema, justificativa e descrição do funcionamento do projeto parte-se para as seguintes etapas:

Primeira etapa: reunião dos integrantes do grupo com o orientador para traçar diretrizes e cronogramas para efetuar a pesquisa teórica e sua seleção. O orientador fez uma breve explanação sobre o tema e colocou-se a disposição para atender o grupo quando solicitado e marcou obrigatoriamente um dia por semana para lhe apresentar o andamento da pesquisa.

Segunda etapa: o levantamento bibliográfico se deu na biblioteca da FATEC SBCampo, em sites especializados proveniente de PDF, manuais e catálogos de empresas, bem como consulta a empresa de fabricante de esteiras.

Terceira etapa: após leitura e seleção das bibliografias consultadas fez-se uma seleção das mesmas para construir o capítulo 1 - Fundamentação Teórica e Referências. Severino (2013) enfatiza que a bibliografia tem por objetivo dar sustentação ao desenvolvimento do projeto.

Quarta etapa: levantamento dos materiais a serem usados no projeto. Pesquisas de preços de sites e lojas especializadas. Estudo da viabilidade econômica. Aquisição conforme a Tabela 2.1.

Tabela 2.1 – Lista de materiais

QTD	Descrição do material	Preço (R\$)
1	Estrutura de MDF	200,00
2	Roletes em alumínio	100,00
4	Rolamentos	5,00
1	Courino 2,4 X 0,2 m	20,00
1	Motor de para brisa	120,00
6	Motor 50 RPM	20,00
2	Sensores ópticos	90,00
1	Sensor indutivo	97,00
1	Sensor capacitivo	130,00
1	Sensor fotoelétrico	150,00
20	Borne 2,5 mm	2,00
2	Conector elétrico Sindal	7,00
1	Fonte de alimentação	85,00
1	Contator 24 VDC Sirius	120,00
4	Relé 24 VDC	15,00
	TOTAL	1.556,00

Fonte: Autoria própria, 2017

Quinta etapa: montagem da estrutura mecânica em madeira MDF, confecção dos roletes em alumínio, das pás em madeira compensada e das rampas de seleção em madeira MDF.

Sexta etapa: instalação dos componentes elétricos, tais como motores elétricos das pás e de movimentação, fonte de alimentação, sensores industriais e do CLP através de cabos elétricos.

Sétima etapa: programação em Ladder do CLP utilizando o *software* WinProLadder.

Oitava etapa: integração das partes, fixando as pás nos eixos dos motores, fixação do motor de movimentação, sensores industriais e CLP à estrutura da esteira e dos botões e canaletas.

Nona etapa: realização de testes de funcionamento do CLP e dos sensores industriais. Explicação do funcionamento do projeto.

Décima etapa: obstáculos e soluções encontradas durante o desenvolvimento e construção do projeto.

Décima primeira etapa: finalizado o desenvolvimento do projeto, constrói-se as Considerações Finais e o Resumo.

3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO

Neste capítulo encontra-se passo a passo a construção e desenvolvimento do projeto intitulado Esteira Seletora de Materiais Recicláveis, relacionando as teorias, metodologia e ilustrações por meios de figuras.

Para melhor visualização, a Figura 3.1 ilustra o projeto finalizado.

Figura 3.1 – Projeto finalizado



Fonte: Autoria própria, 2017

O funcionamento básico do projeto consiste em ligar a esteira manualmente e aguardar todos os sensores serem ligados, o operador coloca o material a ser selecionado pelos sensores, verifica o material e aciona as pás conforme o seu tamanho, direcionando-o aos seus respectivos recipientes.

O desenvolvimento e construção do projeto encontram-se amparados nas seguintes etapas:

- montagem da estrutura mecânica;
- instalação dos componentes elétricos;
- programação do CLP em linguagem Ladder;
- integração das partes, testes e funcionamento do projeto;
- obstáculos e soluções.

3.1 Montagem da estrutura mecânica

A primeira etapa refere-se à montagem da estrutura mecânica. Utilizam-se dois roletes usinados de alumínio com $\varnothing 50 \times 150$ mm, com recartilho para dar maior aderência ao courino e nele faz-se um furo de $\varnothing 6 \times 12$ mm de profundidade para adaptar ao eixo do motor, o rolete é confeccionado em alumínio por ser um material barato e evita a oxidação do mesmo. A Figura 3.2 ilustra os roletes confeccionados.

Figura 3.2 – Roletes de alumínio



Fonte: Autoria própria, 2017

Utiliza-se um motor CC de para-brisa para a movimentação da esteira. Nele é realizada uma usinagem em seu eixo para adaptar-se aos roletes de alumínio. Utilizam-se quatro rolamentos de aço que são acoplados aos roletes, para serem fixos à estrutura da esteira, que permitem os roletes girar sem causar desgaste à estrutura ou travamento do mesmo. Fixa-se o motor através de um parafuso *allen* sem cabeça M5, que é fixado perpendicularmente ao rolete, conforme ilustra a Figura 3.3.

Figura 3.3 – Motor CC fixo ao rolete



Fonte: Foto de arquivo pessoal, 2017

A estrutura da esteira é feita de madeira MDF, por ser um material barato e leve, que consiste em duas partes iguais de 120 X 30 cm, com seis rasgos de 20 X 20 cm para a descida dos materiais que são selecionados pelos sensores. Realizam-se dois furos de Ø 50 mm para acoplar os rolamentos, um em cada lateral da estrutura da esteira.

Para deixar a estrutura mais firme são fixadas duas madeiras de 15 X 15 cm no início e no final da esteira, permitindo que as duas partes fiquem na distância correta dos roletes por onde passam os materiais. O material utilizado para realizar a movimentação dos materiais é courino preto de 15 X 120 cm, costurados com as pontas entre si, formando a tira da esteira, é colocada aos roletes e bem esticada para evitar que se dobrem ao colocar o material no centro da tira.

As rampas onde descem os materiais selecionados têm as medidas de 40 X 20 cm, com a inclinação de 45°. As laterais da esteira possuem furos de Ø 18 mm para fixação dos sensores e são localizados com 5 mm de distância antes dos rasgos. Na parte superior da esteira são fixados seis quadrados de 30x30 mm, com 5 mm de espessura onde são acoplados os motores com redutor que movimentam as pás selecionadoras. São utilizadas seis pás de madeira compensada, confeccionadas em “L” com 15 mm de comprimento por 10 mm de altura. A Figura 3.4 ilustra a estrutura da esteira sem as pás.

Figura 3.4 – Estrutura da esteira sem as pás



Fonte: Autoria própria, 2017

3.2 Instalação de componentes elétricos

Após a montagem da estrutura mecânica dá-se início da parte elétrica. A fonte de alimentação do circuito tem como especificação de entrada de 100 a 240 VCA, 50/60 Hz e 2 A de corrente, e tem como saída 24 VCC e uma corrente de até 6,67 A, ela serve de alimentação para os sensores e motores elétricos.

Os sensores utilizados são de 24 VCC, são eles: dois ópticos por transmissão para detecção do tamanho do material, um capacitivo para o plástico, um indutivo para o metal e um fotoelétrico para o vidro, que são energizados pela fonte de alimentação e ligados ao CLP da Altus através de cabos de 1,5 mm. Estes recebem a alimentação positiva vindo do CLP através do cabo de cor marrom, o negativo no cabo de cor azul e emitem o sinal para a entrada do CLP através do cabo de cor preta. Todos eles possuem $\varnothing$ 18 mm e são fixados às laterais da esteira. Os sensores possuem uma sensibilidade regulável, que permite ajustar a distância de acionamento do mesmo. A Figura 3.5 ilustra os sensores selecionadores do projeto.

Figura 3.5 – Sensores de seleção



Fonte: Foto de arquivo pessoal, 2017

O CLP que se utiliza é o modelo FBs-24MCR2-AC da Altus de 100 até 240 V, 50/60 Hz e 36 watts (W) de potência, que tem a finalidade de automatizar o processo da esteira recebendo sinais vindos das entradas, os sensores. A partir destes sinais são acionadas as saídas conforme a lógica de programação. As saídas são o motor da esteira e das pás selecionadoras. A Figura 3.6 ilustra o CLP Altus.

Figura 3.6 – CLP Altus



Fonte: Foto de arquivo pessoal, 2017

Os seis motores que se utilizam para a movimentação das pás são de 24 VCC e de 50 RPM, estes são fixados aos quadrados de 30x30 mm e são ligados

através de um relé que controla a inversão de sentido da rotação para movimentar as pás. São utilizados quatro relés alimentados através da fonte de 24 V, eles recebem sinal do CLP e de acordo com a programação mudam o sentido de rotação dos motores, eles também têm a função de proteger as saídas do CLP, em caso de sobre corrente do circuito. A Figura 3.7 ilustra o motor de movimentação da palheta.

Figura 3.7 – Motor de movimentação da pá



Fonte: Foto de arquivo pessoal, 2017

Utiliza-se para a movimentação da esteira um motor limpador de para-brisa de 24 VDC. Este é acionado através de um contator auxiliar de potência que recebe um sinal de saída do CLP. O contator possui três contatos normalmente aberto com bobina de 24 VDC. A Figura 3.8 ilustra o motor de movimentação.

Figura 3.8 – Motor de movimentação



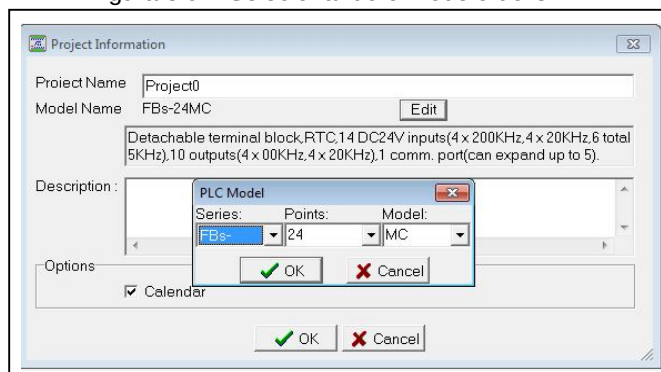
Fonte: Autoria própria, 2017

Para dar o início de processo de seleção dos materiais recicláveis é utilizado um botão pulsador de cor verde, este tem um contato normalmente aberto. Após receber um pulso, o motor responsável pela movimentação da esteira é acionado. Para desligar o processo é utilizado um botão pulsador de cor vermelha, que possui um contato normalmente fechado, que ao ser acionado desliga o motor da esteira.

3.3 Programação do CLP em linguagem Ladder

Após a montagem da estrutura mecânica e instalação dos componentes elétricos interligados com o CLP, dá-se início a programação do *software* em linguagem Ladder. O *software* utilizado é o WinProLadder, disponibilizado através do *site* da Altus. Para o início da programação é necessário ir na opção *new project* e informar o modelo do CLP que é usado. A Figura 3.9 ilustra o momento de selecionar o modelo do CLP dentro do *software*.

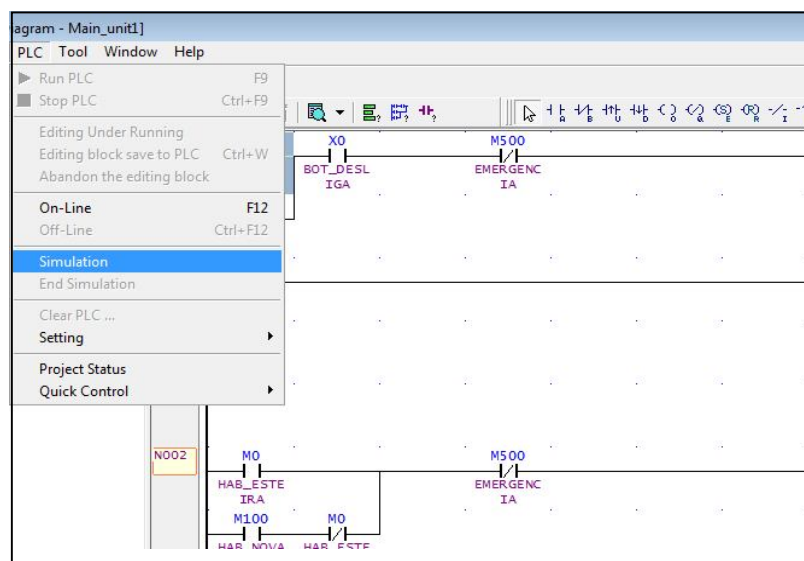
Figura 3.9 – Selecionando o modelo do CLP



Fonte: Foto de arquivo pessoal, 2017

O programa é de fácil utilização e totalmente didático. Após a criação do programa ele permite a simulação do mesmo antes de enviar à memória do CLP. Após simular o projeto e verificar que a lógica está de acordo com o previsto, realiza-se a transferência do programa à memória do CLP. A Figura 3.10 ilustra o momento de simulação do projeto no programa.

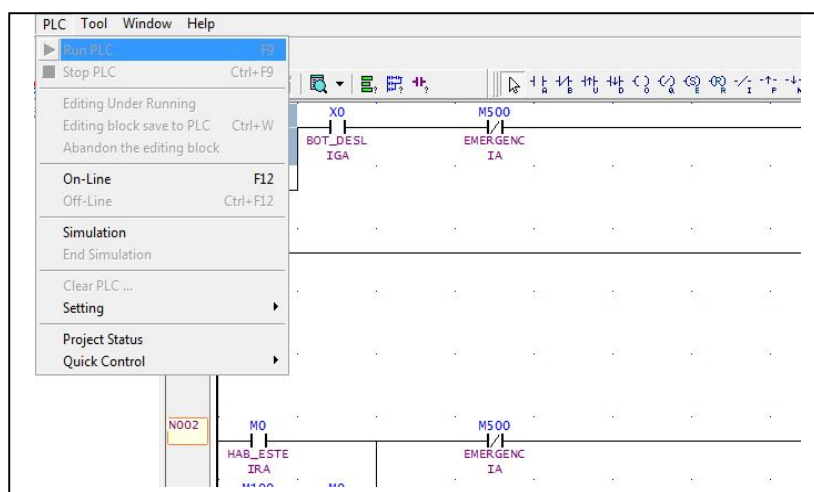
Figura 3.10 – Momento de simulação do projeto



Fonte: Foto de arquivo pessoal, 2017

Conecta-se o cabo de conexão à entrada do CLP ao USB do computador, a partir disto inicia-se o *download* do programa à memória do CLP. Verifica-se o modo de conexão ao pressionar o botão *auto check*. Após a conclusão do *download* o CLP executa-se o programa ao selecionar a opção *run PLC*, conforme ilustra a Figura 3.11.

Figura 3.11 – Momento de executar o programa na memória do CLP



Fonte: Foto de arquivo pessoal, 2017

A programação completa em linguagem Ladder do projeto encontra-se no Apêndice A.

3.4 Integração das partes, testes e funcionamento do projeto

Após a montagem da estrutura mecânica e dos componentes elétricos, realiza-se a integração das partes, fixando-se os motores elétricos à estrutura mecânica, conectando os cabos elétricos ao CLP e fazendo a execução do programa.

A fonte de alimentação é ligada a um conjunto de bornes que são fixados na base da esteira, este permite que haja diversos contatos de alimentação para os componentes elétricos da esteira.

O motor de movimentação da esteira é fixado tanto na estrutura, quanto ao rolete principal, este possui o furo de fixação e o parafuso *allen* sem cabeça. O motor é ligado a um contato do contator que recebe o sinal vindo do CLP.

As pás são fixas aos eixos dos motores de 50 RPM, os furos nas pás possuem o mesmo diâmetro do eixo para que entrem sem folga. Os motores com as pás são fixos na estrutura da esteira e são conectados aos quatro relés, dois são responsáveis pela rotação dos motores do lado direito e dois para o lado esquerdo.

Os sensores por sua vez são fixados onde são realizados os furos da esteira. Os sensores ópticos por transmissão, que são responsáveis por selecionar o material pelo seu tamanho, possuem o emissor e o receptor fixados no início da esteira. O sensor que seleciona o material maior é fixo por uma braçadeira na parte superior da esteira, e o que seleciona o material menor é fixo na parte inferior onde possui o furo. Os sensores capacitivo, indutivo e fotoelétrico são fixos nas laterais da esteira e próximos aos rasgos conforme ilustra a Figura 3.12.

Figura 3.12 – Sensores fixos na estrutura da esteira



Fonte: Autoria própria, 2017

Finaliza-se a integração das partes fixando o CLP, botões e canaletas que propicia um melhor aspecto visual da esteira. Iniciam-se então os testes de funcionamento do CLP e dos sensores para verificar se está de acordo com o desejado e programado.

O CLP é alimentado eletricamente e o programa é enviado à sua memória. Ao iniciar o processo de teste, verifica se as entradas do CLP estão recebendo sinais emitidos pelos sensores e botões, que pode ser visualizado tanto no CLP quanto no *software* utilizado.

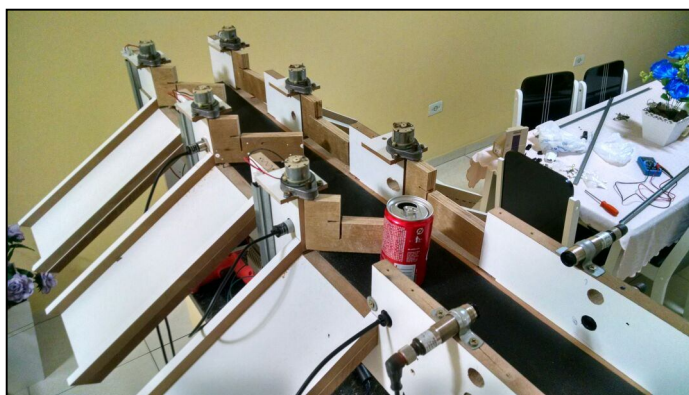
Após a verificação das entradas, são realizados os testes para verificação das saídas do CLP. É criado um programa simples e isolado do programa principal para verificar apenas uma saída, após a confirmação do funcionamento, realiza-se o teste com todas as saídas, sendo eles os relés interligados aos motores.

Durante o teste do CLP, os sinais de entrada e saídas são simulados no *software*, verificando se os motores ligam e invertem seus sentidos de rotação. Passa-se então para os testes dos sensores, onde são testados individualmente

passando seu respectivo material em sua face de detecção e ajustando sua sensibilidade de acordo com o material a ser selecionado.

Com isto testam-se os sinais dos sensores que são enviados para o CLP e se o mesmo está acionando as pás para a seleção do material. Verifica-se também se os materiais descem na rampa de seleção e se os mesmos não ficam presos nas pás seletoras, conforme ilustra a Figura 3.13.

Figura 3.13 – Teste dos sensores



Fonte: Autoria própria, 2017

O funcionamento do projeto dá-se início ao pressionar o botão verde, que inicia o motor de movimentação da esteira. Os sensores aguardam o material para realizar a seleção. Os sensores ópticos por transmissão selecionam o tamanho do material, podendo ser de dois tipos: material grande faz ambos os sensores acionarem, o tipo pequeno aciona apenas o sensor inferior. Na situação em que os dois sensores são acionados, o CLP aciona as pás de tamanho grande, caso apenas um sensor é acionado, permite-se a ação das pás de tamanho pequeno.

Os sensores indutivo, capacitivo e fotoelétrico são responsáveis por acionar os motores, fazendo as pás avançarem e selecionarem material para seus respectivos recipientes. O indutivo é acionado ao passar um metal, que avança as pás e o material desce por sua respectiva rampa de seleção, o capacitivo seleciona o plástico e o fotoelétrico o vidro. Todos acionam as três pás conforme o tamanho

simultaneamente, porém a pá permite que o material não continue na esteira e empurra-o para a rampa de seleção.

É possível colocar na esteira quantos materiais quiser, porém sendo dos três tipos de material selecionável, o plástico, vidro e metal e sendo eles em sequência, para que haja tempo das pás avançarem e recuarem e a peça descer pela rampa de seleção. Para finalizar o processo e parar a movimentação da esteira, basta acionar o botão de cor vermelha.

3.5 Obstáculos e soluções

Durante o desenvolvimento e construção do projeto deparou-se com alguns obstáculos, que foram solucionados através de conhecimentos adquiridos nas pesquisas, experiência profissional dos integrantes do grupo e consulta a professores.

Obstáculo 1: sensores responsáveis pela identificação do tamanho não detectava o vidro.

Solução: o problema de seleção do vidro foi solucionado realizando uma marcação ou pintura no vidro, conforme ilustra a imagem 3.14.

Figura 3.14 – Marcação no vidro

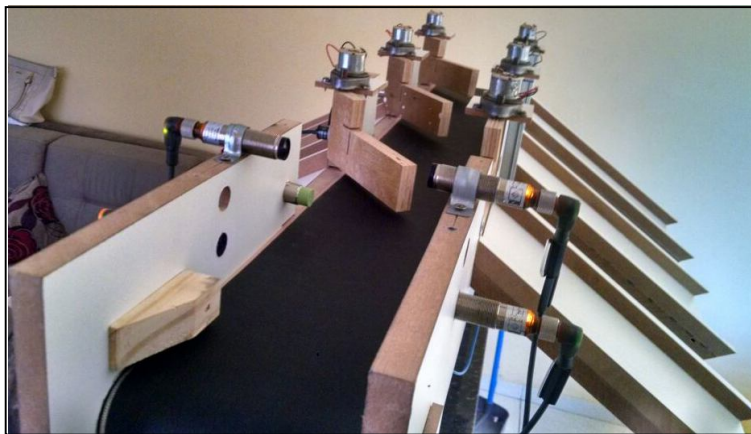


Fonte: Autoria própria, 2017

Obstáculo 2: pás não acionava individualmente. O CLP possui um número reduzido de saídas, o que não permitia o acionamento individual das pás.

Solução: as pás são acionadas simultaneamente, assim deixando duas saídas para o trio de motores, porém não interfere negativamente no funcionamento do projeto. A Figura 3.15 ilustra o momento em que as três pás são acionadas simultaneamente.

Figura 3.15 – Pás acionadas simultaneamente.

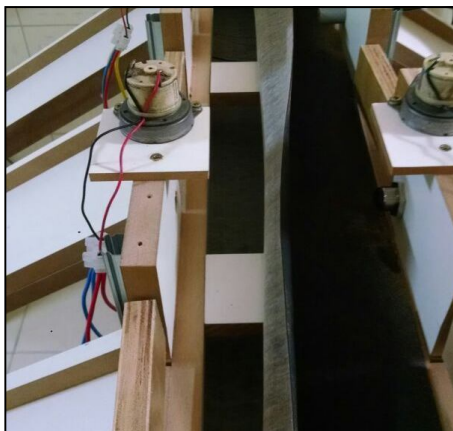


Fonte: Foto de arquivo pessoal, 2017

Obstáculo 3: a tira de movimentação não suporta o peso do material.

Solução: para solucioná-los são realizados três reforços entre a tira, feito de madeira MDF de 15x15 cm e fixados com parafuso, testado para que não houvesse o travamento do courino nesses reforços de madeira. A Figura 3.16 ilustra os reforços de madeira.

Figura 3.16 – Reforços de madeira



Fonte: Foto de arquivo pessoal, 2017

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do trabalho que se intitula Esteira Seletora de Materiais Recicláveis foi desenvolver uma esteira que seja capaz de selecionar automaticamente o lixo que é reciclado nos centros de reciclagem. Justifica-se por proporcionar ao operador maior praticidade, diminuir o esforço físico ao transportar o material, aumento da produtividade, evita movimentos repetitivos, automatiza o processo e auxilia no reaproveitamento dos resíduos recicláveis. Com a concretização do projeto o objetivo foi alcançado.

Para a construção do projeto fez-se uso de sensores, motores elétricos de corrente contínua, CLP, madeira MDF e componentes elétricos. As teorias pesquisadas deram sustentação ao desenvolvimento do projeto, principalmente aquelas que dizem respeito aos sensores, CLP e aos motores elétricos, em geral.

Os métodos e técnicas obtidos pela metodologia científica dão suporte para organizar e planejar as etapas que direcionam o caminho para o desenvolvimento do projeto.

Como vantagens no projeto destaca-se a diversificação do tipo de materiais a serem selecionados, não é necessário interromper o funcionamento da esteira para seleção dos materiais, fácil operação, manutenção e automatização do processo de reciclagem. Como desvantagem pode destacar que é necessário realizar uma pré-seleção dos materiais antes de colocá-los na esteira.

Ao finalizar o projeto, os integrantes do grupo tiveram uma visão mais ampla do uso da automação, onde é possível aplicá-la em atividades relacionadas à sustentabilidade, economia de energia e proteção ao meio ambiente.

Durante o desenvolvimento do projeto deparou-se com alguns transtornos como: sensores responsáveis pela identificação do tamanho não detectava o vidro, pás não acionava individualmente, o CLP possui um número reduzido de saídas, o

que não permitia o acionamento individual das pás e a tira de movimentação não suportava o peso do material.

Como melhoria, para futuros trabalhos, fica como sugestão a instalação de alertas luminosos, como LED ou lâmpadas, para que o operador saiba o momento de colocar ou não os materiais, evitando problemas de paralisação do processo ou erros durante a separação do material.

REFERÊNCIAS

FRANCHI, C. M. **Acionamentos elétricos**. 4. ed. São Paulo: Érica, 2008

GRIPPI, S. **Lixo, reciclagem e sua história**: guia para as prefeituras brasileiras. 1. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

LOPES, A. M. K. **A importância da reciclagem para evitar problemas ambientais causados pelo lixo doméstico**. 2007. 37 p. Trabalho de Conclusão de Curso Graduação em Biologia – Universitário La Salle. Canoas. 2007.

MANUAL DE NORMALIZAÇÃO DE PROJETO DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO - FATEC SBCAMPO. **Material didático para utilização nos projetos de trabalho de graduação dos cursos de tecnologia em automação industrial e informática**. São Bernardo do Campo: Fatec, 2017.

NANI, E.L. **Meio ambiente e reciclagem**. 4. ed. Curitiba: Juruá, 2007.

NASCIMENTO JUNIOR, G. C. do. **Máquinas elétricas**: teorias e ensaios. 4. ed. São Paulo: Érica, 2013.

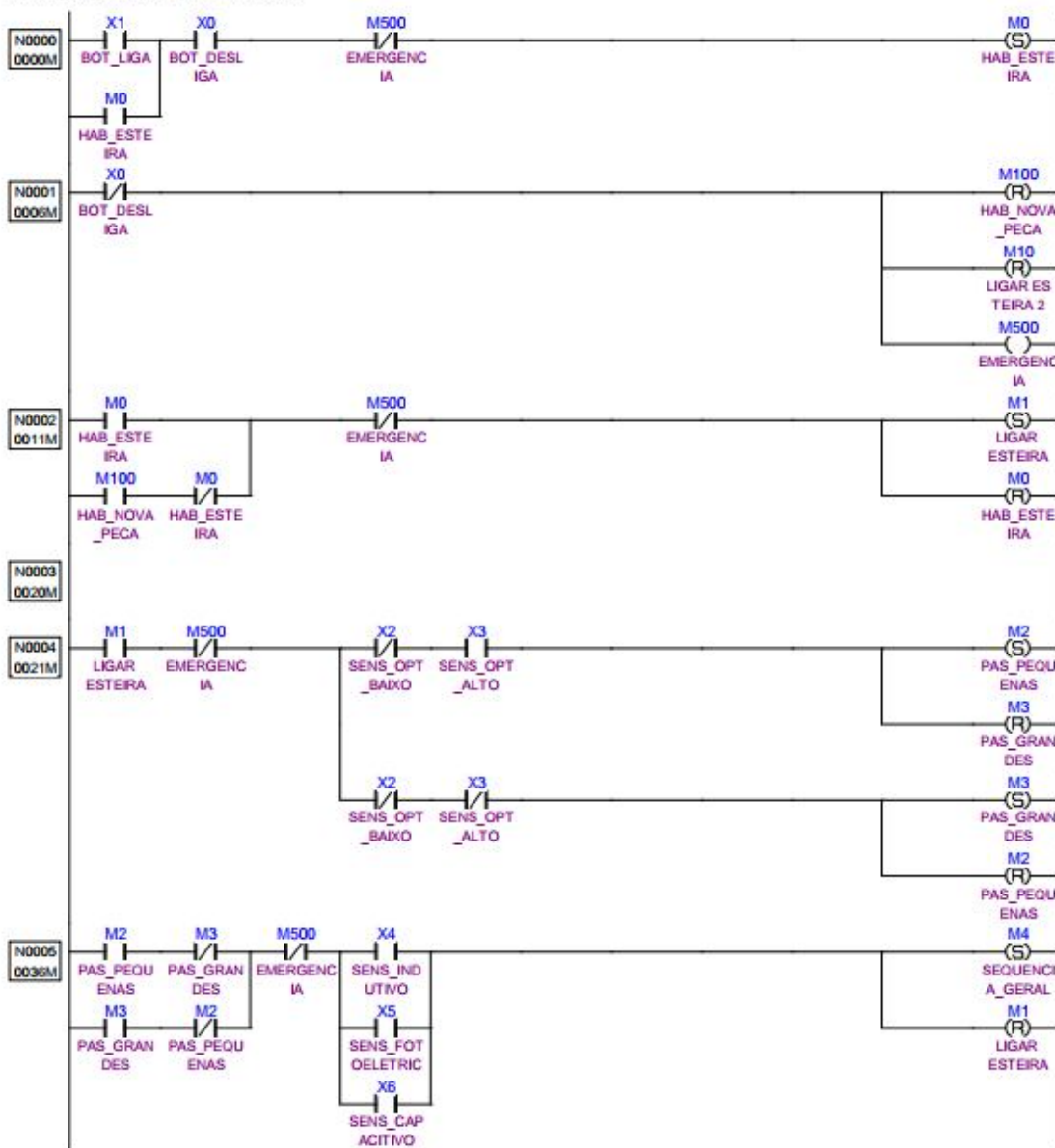
NATALE, F. **Automação industrial**. 10. ed. São Paulo: Érica, 2009.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. ed. rev. São Paulo: Cortez, 2013.

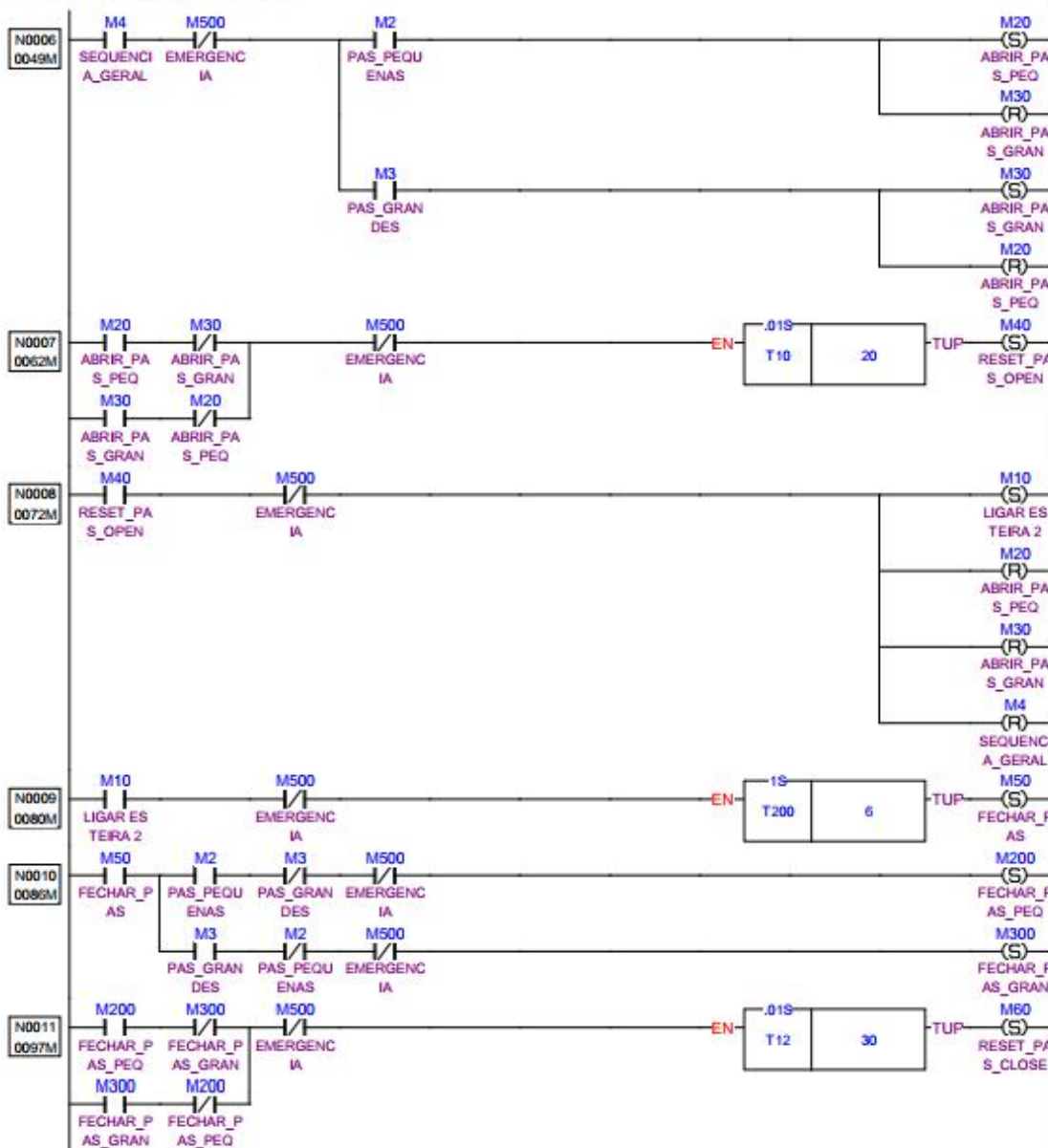
THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. U. B. de. **Sensores industriais**: fundamentos e aplicações. 7. ed. São Paulo: Érica, 2010.

APÊNDICE A – PROGRAMAÇÃO DO CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMÁVEL

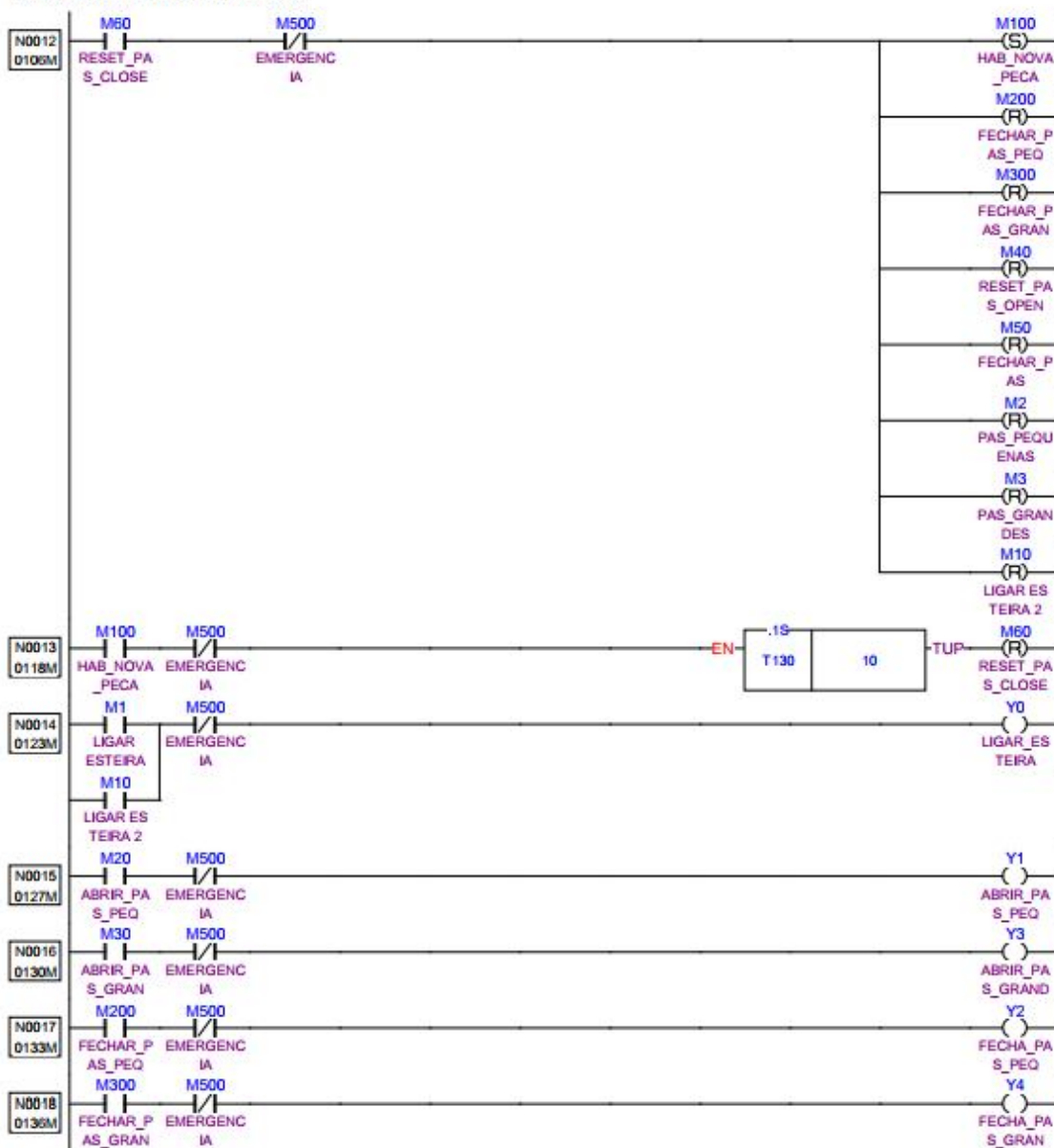
Printed Item: Ladder Diagram - Main_unit1



Printed Item: Ladder Diagram - Main_unit1



Printed Item: Ladder Diagram - Main_unit1



Printed Item: Ladder Diagram - Main_unit1

